

51

Int. Cl. 2:

F01C 1/12

F.02.B.53/00

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



DT 25 53 421 A 1

11

# Offenlegungsschrift 25 53 421

21

Aktenzeichen:

P 25 53 421.8

22

Anmeldetag:

27. 11. 75

43

Offenlegungstag:

8. 6. 77

30

Unionspriorität:

32

33

31

64

Bezeichnung:

Drehkolbenmaschine

71

Anmelder:

Comprotek S.A., Freiburg (Schweiz)

74

Vertreter:

Zumstein sen., F., Dr.; Assmann, E., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Koenigsberger, R., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Holzbauer, R., Dipl.-Phys.;  
Zumstein jun., F., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Klingseisen, F., Dipl.-Ing.;  
Pat.-Anwälte, 8000 München

72

Erfinder:

Nichtnennung beantragt

DT 25 53 421 A 1

BEST AVAILABLE COPY

- 10 -

Patentansprüche

1. Drehkolbenmaschine mit wenigstens zwei Rotoren, die in einem mit Ein- und Auslaßöffnungen versehenen Gehäuse drehbar gelagert sind, wobei sie miteinander in Eingriff stehen und zwischen sich Arbeitsräume bilden, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb eines rohrförmigen Käfigrotors (2), der mit über den Umfang verteilten Ausnehmungen (3) versehen ist, wenigstens zwei Kämmtoren (4, 5) angeordnet sind, deren beabstandete Zähne mit den Ausnehmungen des Käfigrotors in Eingriff treten, wobei die Umfangslinie der Kämmtoren (4, 5) den Außenumfang des Käfigrotors (2) tangiert oder schneidet und im Bereich eines Kämmtors jeweils ein Ein- und Auslaß (8, 11; 9, 10) im Gehäuse (1) vorgesehen ist, und daß zwischen Ein- und Auslaß an wenigstens einem Kämmtor eine Aufheiz- oder Kühleinrichtung (13, 19, 23, 24) angeordnet ist.
2. Drehkolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Aus- und Einlaß (10, 9) im Bereich eines Kämmtors (4) ein Kühler (13) für das von diesem Kämmtor komprimierte Arbeitsmedium angeordnet ist und der zweite Kämmtor (5) zur weiteren Verdichtung des gekühlten und komprimierten Arbeitsmediums dient.
3. Drehkolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Auslaß (10) und dem Einlaß (9) eine Brennkammer (19) angeordnet ist und die Maschine als Dieselmotor arbeitet.

- 11 -

- 11 -  
2

4. Drehkolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Ein- und Auslaß (8, 11; 9, 10) an beiden Kämmlotoren (4, 5) jeweils eine Kühl- und eine Aufheiz-einrichtung (23, 24) angeordnet ist.
5. Drehkolbenmaschine nach den Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Brennkammer (19) bzw. dem Erhitzer (24) eine Kammer (17) als Pulsationsdämpfer und gegebenenfalls als Speicher vorgeschaltet ist.
6. Drehkolbenmaschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammer (17) von einem Wärmetauscher (21) umgeben ist, durch den das expandierte, heiße Abgas strömt.
7. Drehkolbenmaschine nach den Ansprüchen 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß in der Kammer (17) spiralenförmige Einbauten vorgesehen oder diese Kammer beispielsweise in Röhrenform ausgebildet ist.
8. Drehkolbenmaschine nach den Ansprüchen 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß durch Verlegen der Steuerkante (14) am Einlaß (8) dieser derart vergrößert ist, daß durch Verringerung des Ansaugvolumens dieses dem Expansionsvolumen einer vollen Arbeitskammer entspricht.
9. Drehkolbenmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß dem Erhitzer (24) ein Wärmetauscher (21) vorgeschaltet ist, durch den das expandierte heiße Arbeitsmedium strömt, bevor es durch den Kühler (23) geleitet wird.

.....

S 1493 40/m

Firma Comprotek S.A.  
Fribourg / Schweiz

---

Drehkolbenmaschine

---

Die Erfindung betrifft eine Drehkolbenmaschine mit wenigstens zwei Rotoren, die in einem mit Ein- und Auslaßöffnungen versehenen Gehäuse drehbar gelagert sind, wobei sie miteinander in Eingriff stehen und zwischen sich Arbeitsräume bilden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine solche Drehkolbenmaschine so auszubilden, daß sich eine günstige Ausgestaltung und Zuordnung von Arbeitsräumen ergibt, die einen Betrieb der Maschine als Motor oder als Verdichter zulassen.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung dadurch gelöst, daß innerhalb eines rohrförmigen Käfigrotors, der mit über den Umfang verteilten Ausnehmungen versehen ist, zwei Kammrotoren angeordnet sind, deren beabstandete Zähne mit den Ausnehmungen des Käfigrotors in Eingriff treten, wobei die Umfangslinie der Kammrotoren den Außenumfang des Käfigrotors tangiert oder schneidet und im Bereich eines Kammrotors jeweils ein Ein- und Auslaß im Gehäuse vorgesehen ist, und daß zwischen Ein- und Auslaß an wenigstens

- 2 -  
4

einem Kämmerotor eine Wärmetauscheinrichtung angeordnet ist.

Eine solche Drehkolbenmaschine kann als zweistufiger Verdichter arbeiten, wobei zwischen Auslaß und Einlaß an dem einen Kämmerotor ein Kühler für die von diesem Kämmerotor in der ersten Stufe komprimierte Luft angeordnet wird, worauf dann an dem anderen Kämmerotor die zweite Verdichtung erfolgt und zugleich im Bereich dieses zweiten Kämmerotors wieder Frischluft angesaugt wird. Gegenüber der Bauweise eines zweistufigen Verdichters mit nur einem Käfigrotor, bei dem die Arbeitskammern der ersten Stufe über den Umfang verteilt und die der zweiten Stufe in Achsrichtung des Käfigrotors neben denen der ersten Stufe über den Umfang verteilt angeordnet sind (P 25 25 335.4), ergibt sich der Vorteil, daß die an den Rotoren während des Betriebs auftretenden Temperaturen besser beherrschbar sind.

Dieser Vorteil ergibt sich auch, wenn die Drehkolbenmaschine als Motor arbeitet und die Wärmetauscheinrichtung als Aufheiz-einrichtung oder als Brennkammer zwischen dem Auslaß und dem Einlaß an einem Kämmerotor ausgebildet ist. Im Falle einer Brennkammer kann dieser eine Kammer als Pulsationsdämpfer oder Druckspeicher vorgeschaltet sein.

Zur Ausnutzung der Wärme des Abgases kann dieses in einen Wärmeaustauscher geleitet werden, der den Pulsationsdämpfer umgibt. Um einerseits eine wirksame Pulsationsdämpfung und andererseits einen guten Wärmeaustausch mit dem Abgas zu erzielen, können in dem Pulsationsdämpfer spiralenförmige Leitbleche oder entsprechende Einbauten vorgesehen sein.

Zur Ausbildung eines geschlossenen Kreislaufs kann zwischen Ein- und Auslaß an beiden Kämmerotoren jeweils eine Kühl- und eine Aufheiz-einrichtung angeordnet werden, die in geeigneter Weise ausgebildet sein können. Als Betriebsmedium kann hierfür ein geeignetes Medium, wie z. B. Wasserstoff, verwendet werden.

- 3 -

709823/0427

- 3 -  
5

Zur Anpassung des Ansaugvolumens an das Expansionsvolumen einer Arbeitskammer wird zweckmäßigerweise die Einlaßöffnung in Umfangsrichtung derart vergrößert, daß sich in Verbindung mit dem in eine Arbeitskammer eingreifenden Zahn des Kämmerotors eine Verringerung des Ansaugvolumens ergibt. Auf diese Weise kann beispielsweise nur eine solche Menge Frischluft angesaugt werden, die nach der Wärmezufuhr in der Brennkammer bei der Expansion gerade dem gesamten Volumen einer Arbeitskammer entspricht, so daß sich eine Expansion auf Umgebungsdruck ergibt.

Beispielsweise Ausführungsformen nach der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert, in denen

Fig. 1 in einer schematischen Querschnittsansicht einen zweistufigen Verdichter zeigt.

Fig. 2 zeigt in der gleichen Darstellung einen Motor.

Fig. 3 erläutert schematisch die Ausgestaltung eines geschlossenen Kreislaufs.

Fig. 4 zeigt in einer perspektivischen Darstellung einen Käfigrotor mit Kämmerotor, wobei der einfacheren Darstellung wegen nur ein Kämmerotor wiedergegeben ist.

In Fig. 1 ist schematisch ein zweistufiger Verdichter gezeigt. In einem Außengehäuse 1 ist ein rohrförmiger Käfigrotor 2 drehbar gelagert, der über den Umfang verteilt mit Ausnehmungen 3 versehen ist, die zugleich die Arbeitskammern bilden. Innerhalb des Käfigrotors 2 sind an diametral gegenüberliegenden Stellen zwei Kämmerotoren 4 und 5 drehbar gelagert und so angeordnet, daß die Außenumfangsline des Käfigrotors 2 von der Umfangsline der Kämmerotoren 4 und 5 tangiert wird. Während der Drehbewegung der Rotoren in der durch Pfeile angegebenen Drehrichtung treten die Zähne der Kämmerotoren 4 und 5 mit den Ausnehmungen 3 des Käfigrotors in der in den Figuren darge-

- K -

6

stellten Weise in Eingriff. Längs des Innumfangs des Käfigrotors 2 sowie längs der innerhalb des Käfigrotors liegenden Außenumfangsline der Kämmtrotoren erstreckt sich ein Innengehäuse 6, das mit dem Außengehäuse 1 über nicht dargestellte Stirnplatten fest verbunden ist. Die Arbeitskammern 3 werden einerseits durch das Außengehäuse 1 sowie das Innengehäuse 6 und die Stege des Käfigrotors 2 begrenzt und andererseits durch diese Stege des Käfigrotors und die Zähne der Kämmtrotoren sowie das Außengehäuse 1, wie auch die Fig. 4 deutlich zeigt. In Achsrichtung der Rotoren werden die Arbeitskammern 3 durch Endringe 7 am Käfigrotor (Fig. 4) begrenzt.

Im Bereich der Kämmtrotoren 4 und 5 ist jeweils ein Einlaß 8 bzw. 9 sowie ein Auslaß 10 bzw. 11 ausgebildet. Ein- und Auslaß sind jeweils durch eine Trennwand 12 voneinander getrennt, die sich längs der Berührungslinie D auf der Außenumfangsline von Käfig- und Kämmtrotor erstreckt. Diese Berührungslinie D (Fig. 4) bildet eine Dichtlinie. Werden die Kämmtrotoren 4 und 5 so angeordnet, daß ihr Außenumfang den des Käfigrotors 2 etwas schneidet, so ergibt sich anstelle einer Dichtlinie eine Dichtfläche längs der Trennwände 12, deren Krümmung dem Radius der Kämmtrotoren entspricht.

In dem in Fig. 1 schematisch wiedergegebenen Ausführungsbeispiel wird bei 8 Frischluft angesaugt. In der angegebenen Drehrichtung bewegt sich aus der dargestellten Stellung der mit dem Käfigrotor 2 in Eingriff stehende Zahn des Kämmtrotors 5 aus der Arbeitskammer  $3_1$  heraus, so daß diese Kammer vollständig mit Frischluft gefüllt werden kann. Die mit dem Käfigrotor 2 umlaufende Arbeitskammer erreicht dann die Stellung bei  $3_2$ , worauf ein Zahn des Kämmtrotors 4 in diese Arbeitskammer  $3_2$  eingreift und durch Volumenverringerung die darin befindliche Luft komprimiert, die dann durch den Auslaß 10 vollständig ausgestoßen wird.

Bei 13 ist schematisch ein Kühler angedeutet, durch den die in dieser ersten Verdichterstufe komprimierte Luft strömt.

- 5 -

709823/0427

- 5 -  
7

Nach Wärmeabgabe in diesem Kühler 13 wird die vorkomprimierte Luft über den Einlaß 9 in die Arbeitskammer  $3_3$  eingeleitet, die in der dargestellten Stellung in Fig. 1 gerade von dem Zahn des Kämmerotors 4 freigegeben wird. Im weiteren Verlauf der Drehbewegung des Käfigrotors 2 gelangt diese Arbeitskammer dann in die Stellung der Arbeitskammer  $3_4$ , in die dann wieder ein Zahn des Kämmerotors 5 eingreift, deren Volumen verringert und damit die darin enthaltene Luft weiter komprimiert, worauf sie über den Auslaß 11 ausgestoßen wird.

Zur Einstellung des Verdichtungsverhältnisses zwischen erster und zweiter Verdichtungsstufe kann die Kante 14 am Innenumfang des Außengehäuses 1, die den Lufteinlaß in Drehrichtung begrenzt, weiter in Drehrichtung verlegt werden, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist. Der Füllvorgang einer Arbeitskammer 3 wird hierdurch erst dann abgeschlossen, wenn bereits ein Teil des Kämmerotors 4 in diese Arbeitskammer eingreift und so deren wirksames Füllvolumen verringert, bevor die Verdichtung einsetzt. Eine weitere Maßnahme, das Verdichtungsverhältnis zu beeinflussen, besteht darin, die Kante 15 am Auslaß 10 weiter in Drehrichtung zu verlegen, wodurch das Verdichtungsverhältnis der ersten Stufe erhöht wird, da die Arbeitskammer erst dann mit dem Auslaß in Verbindung treten kann, wenn der Zahn des Kämmerotors 4 eine erhebliche Volumenverringern der Arbeitskammer bewirkt und damit die Luft in dieser Kammer entsprechend stark komprimiert hat. Die gleichen Maßnahmen der Verlegung der Kanten 14 und 15 ergeben sich im Bereich der zweiten Stufe an den entsprechenden Kanten 14' und 15'.

Das Grundprinzip der Drehkolbenmaschine nach der Erfindung ermöglicht es, einen zweistufigen Verdichter so auszubilden, daß die Arbeitskammern der ersten und zweiten Stufe in Achsrichtung der Rotoren hintereinander im gleichen Käfigrotor ausgebildet sind. Gegenüber einer solchen Ausgestaltung bringt die erfindungsgemäße Bauweise, bei der die Arbeitskammern der ersten und zweiten Stufe zwar auch im gleichen Käfigrotor, jedoch in Umfangsrichtung nebeneinanderliegend ausgebildet sind, den Vorteil mit sich, daß sich eine besser beherrschbare



- 8 -  
8

Temperatur an den einzelnen Bauteilen, insbesondere an den Kämmlotoren, einstellt als bei der erstgenannten Ausführungsform, bei der unterschiedliche Temperaturen über die Längsabmessung der Rotoren auftreten.

Zur Kühlung können Kühlrippen auf dem Umfang des Außengehäuses 1 vorgesehen werden. Mit 16 sind Hohlräume im Innengehäuse 6 bezeichnet, durch die ein Kühlmittel geleitet werden kann. Ebenso können auch in den Rotoren Kühlmittelkanäle ausgebildet werden, wie sie in Fig. 2 angedeutet sind. Der Kühler 13<sup>kann</sup> in beliebiger geeigneter Weise ausgebildet sein. Er kann auch als Pulsationsdämpfer für die aus dem Auslaß 10 austretende Druckluft ausgebildet sein und als Pufferkammer wirken. Bei einer entsprechenden Auslegung des Verdichters kann aber eine gewisse Pulsation zwischen dem Auslaß 10 und dem Einlaß 9 zur Erzielung einer optimalen Arbeitsweise auch erwünscht sein.

Wie in der Patentanmeldung P 25 25 335.4 der Anmelderin im einzelnen beschrieben ist, stehen die Rotoren über ein Synchrongetriebe miteinander in Verbindung, wobei der Käfigrotor 2 angetrieben wird und die Kämmlotoren über das Synchrongetriebe mitgeführt werden. Weitere Einzelheiten sind in dieser und den Patentanmeldungen P 25 31 385.3 und P 25 31 415.2 sowie P 24 60 752, P 25 32 751, P 25 44 082 beschrieben.

Der zweistufige Verdichter nach Fig. 1 kann mit in Achsrichtung der Rotoren gerade verlaufenden Arbeitskammern 3 oder mit schraubenförmig verwundenen Arbeitskammern ausgebildet werden, wie sie die Fig. 4 zeigt.

Die Fig. 2 zeigt eine Drehkolbenmaschine, die als Dieselmotor arbeitet. Gleiche bzw. entsprechende Bauteile sind mit den gleichen Bezugszeichen wie in Fig. 1 versehen.

Durch den Einlaß 8 wird Frischluft angesaugt, wobei die Begrenzungskante 14 des Einlasses so weit in Drehrichtung verlegt ist, daß das in der Arbeitskammer 3<sub>2</sub> vorhandene Volumen der Ansaugluft dem Volumen einer vollen Arbeitskammer 3<sub>4</sub> am Ende

- 7 -  
9

der Expansion entspricht. Die in der Arbeitskammer  $3_1$  angesaugte und in der Arbeitskammer  $3_2$  komprimierte Luft gelangt über den Auslaß 10 in eine Kammer 17, die als Pulsationsdämpfer wirkt, von der aus die Druckluft über eine engere Bohrung 18 in eine Brennkammer 19 strömt. Bei 20 ist schematisch eine Brennstoffzufuhr, gegebenenfalls mit einer Zündeinrichtung, angedeutet. Die heißen Verbrennungsgase strömen über den Einlaß 9 in die Arbeitskammer  $3_3$ , in der sie expandieren. Der Zahn des Kämmerotors 4 bewegt sich aus der Arbeitskammer  $3_3$ , so daß deren Volumen bei fortschreitender Drehbewegung des Käfigrotors größer wird. Durch die Abstimmung aufgrund der Verlegung der Kante 14 im Ansaugbereich kann in den Arbeitskammern  $3_3$ ,  $3_4$  eine Expansion der Verbrennungsgase auf Umgebungsdruck erreicht werden. Durch den Kämmerotor 5 werden die Abgase über den Auslaß 11 vollständig ausgestoßen. Im übrigen dient bei der Bauweise nach Fig. 2 der Kämmerotor 5 lediglich als Trennelement zwischen Auslaß 11 und Frischlufteinlaß 8, während bei dem Verdichter nach Fig. 1 dieser Kämmerotor 5 die Verdichtungskammer  $3_4$  begrenzt.

Zur Ausnutzung der Wärme des Abgases ist um die Pufferkammer 17 eine Wärmeaustauscher 21 angeordnet, in den das durch den Auslaß 11 auströmende Abgas eingeleitet wird. Zur Erzielung eines optimalen Wärmeüberganges an der Pufferkammer 17 kann diese beispielsweise in Röhrenform ausgebildet sein oder mit spiralförmigen Einbauten versehen werden, durch welche einerseits der Wärmeübergang verbessert wird und andererseits eine wirksame Pulsationsdämpfung erreicht wird. Zur Leistungssteigerung kann aber bei einer entsprechenden Auslegung des Motors nach Fig. 2 eine Pulsation der komprimierten Luft unter Umständen auch von Vorteil sein.

In den zu kühlenden Bereichen können Kühlrippen 22 am Außengehäuse oder Kühlmittelkanäle 16 in den Rotoren und im Innengehäuse vorgesehen werden. Einzelheiten der Abdichtung und des Aufbaus des Motors können wie bei der Bauweise nach Fig. 1 vorgesehen werden.

- 8 -  
10

Die Fig. 3 zeigt in einer schematischen Darstellung einen geschlossenen Kreislauf einer Drehkolbenmaschine nach der Erfindung. Gleiche oder entsprechende Bauteile sind wiederum mit den gleichen Bezugszeichen wie in den vorausgehenden Figuren bezeichnet.

Bei einem solchen geschlossenen Kreislauf kann als Betriebsmedium beispielsweise Wasserstoff oder ein anderes geeignetes Medium verwendet werden.

Zwischen dem Einlaß 8 und dem Auslaß 11 im Bereich des Kämmerotors 5 ist ein Kühler 23 und im Bereich des Kämmerotors 4 zwischen dem Auslaß 10 und dem Einlaß 9 ein Erhitzer 24 eingeschaltet. Wie bei dem Motor nach Fig. 2 dient der Kämmerotor 4 einerseits zum Komprimieren des Betriebsmediums auf der Seite des Auslasses 10, während er auf der gegenüberliegenden Seite die Arbeitskammer 3<sub>3</sub> für die Expansion des Betriebsmediums freigibt. Der Kämmerotor 5 schiebt das expandierte Betriebsmedium durch den Auslaß 11 aus und gibt am Einlaß 8 die Arbeitskammer 3<sub>1</sub> zur Aufnahme des durch den Kühler 23 gekühlten Betriebsmediums frei.

Zur besseren Ausnutzung der vorhandenen Wärmeenergie wird bei einem geschlossenen Kreislauf nach Fig. 3 vorzugsweise das am Auslaß 11 austretende, expandierte heiße Betriebsmedium durch einen Wärmeaustauscher 21 geleitet, bevor es durch den Kühler 23 strömt, wie es durch gestrichelte Linien in Fig. 3 angedeutet ist. Der Wärmeaustauscher 21 ist zwischen dem Auslaß 10 und dem Erhitzer 24 angeordnet, so daß das Betriebsmedium vor Erreichen des Erhitzers 24 auf eine erhöhte Temperatur gebracht werden kann.

Erhitzer 24 und Kühler 23 können in beliebiger geeigneter Weise ausgebildet sein, wie auch im übrigen die Drehkolbenmaschine nach Fig. 3 bei einem geschlossenen Kreislauf hinsichtlich Abdichtung, Rotorführung und dergleichen in der gleichen Weise wie die vorausgehend beschriebenen Ausführungsformen aufgebaut

- 8 -  
AA

sein kann. Zu einer entsprechenden Auslegung des geschlossenen Kreislaufs können die Steuerkanten 14 und 15 bzw. 14' und 15' entsprechend verlegt werden.

Mit der erfindungsgemäßen Bauweise kann vor allem der Kreisprozeß eines Dieselmotors wie auch ein geschlossener Kreisprozeß in optimaler Weise ausgelegt werden, wobei im Rahmen der zuvor genannten früheren Patentanmeldungen verschiedene Abänderungen der beschriebenen Bauweise möglich sind.

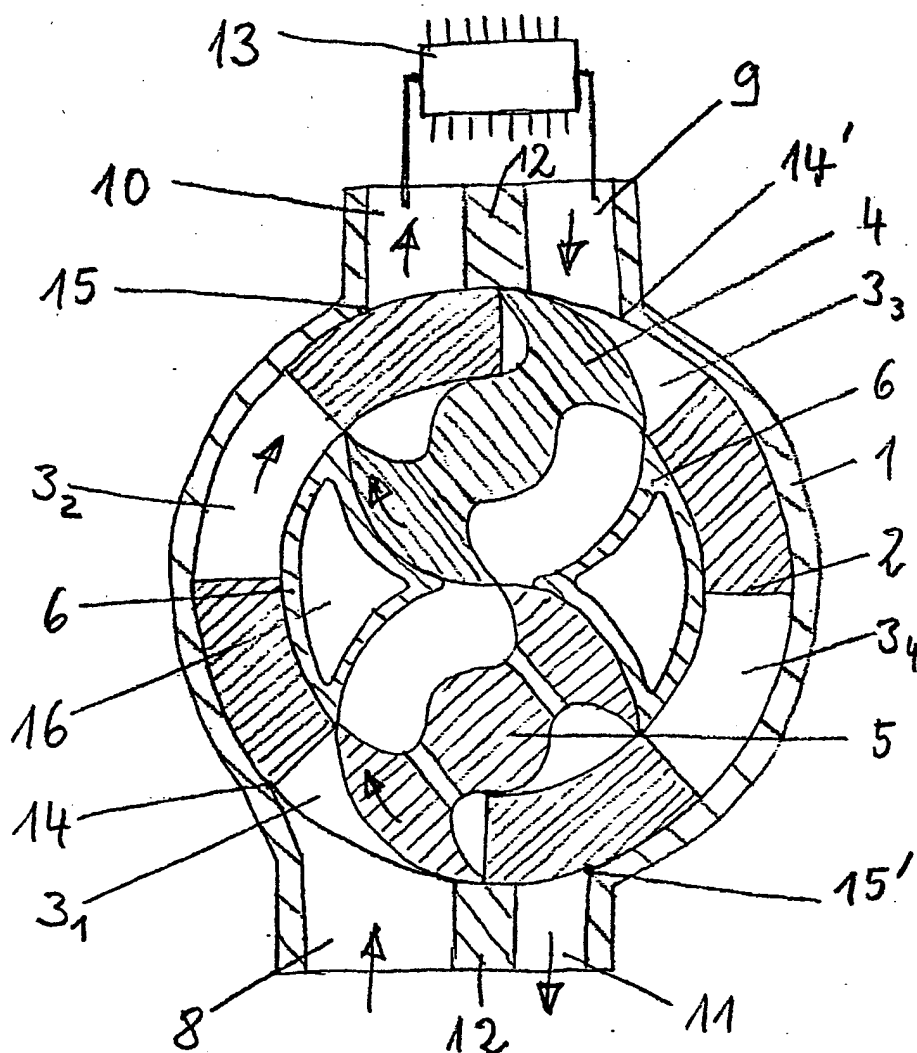


Fig. 1

**F01C**

1-12

AT:27.11.1975 OT:08.06.1977

709823/0427

51493

-12-

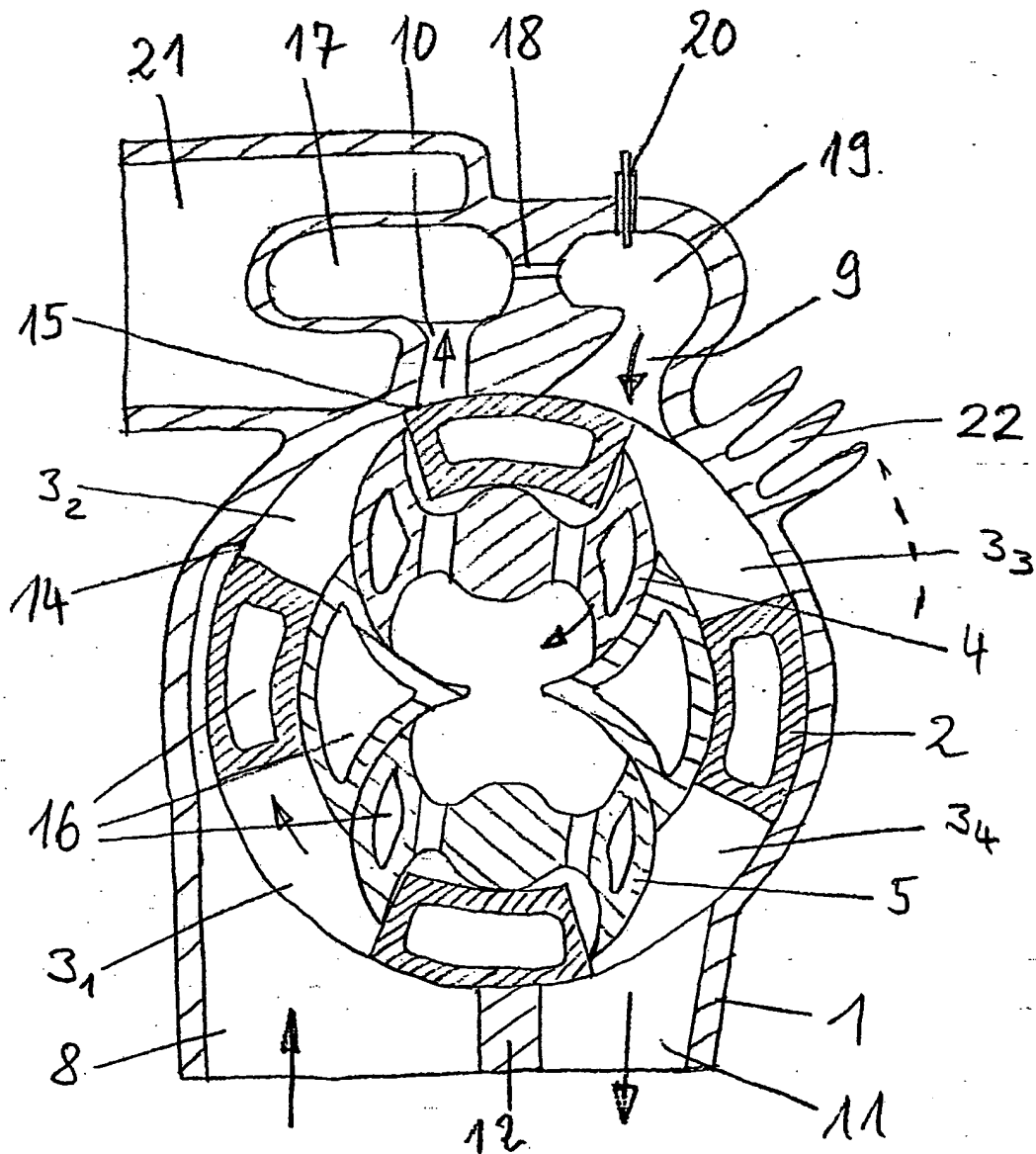


Fig. 2

51893

709823/0427

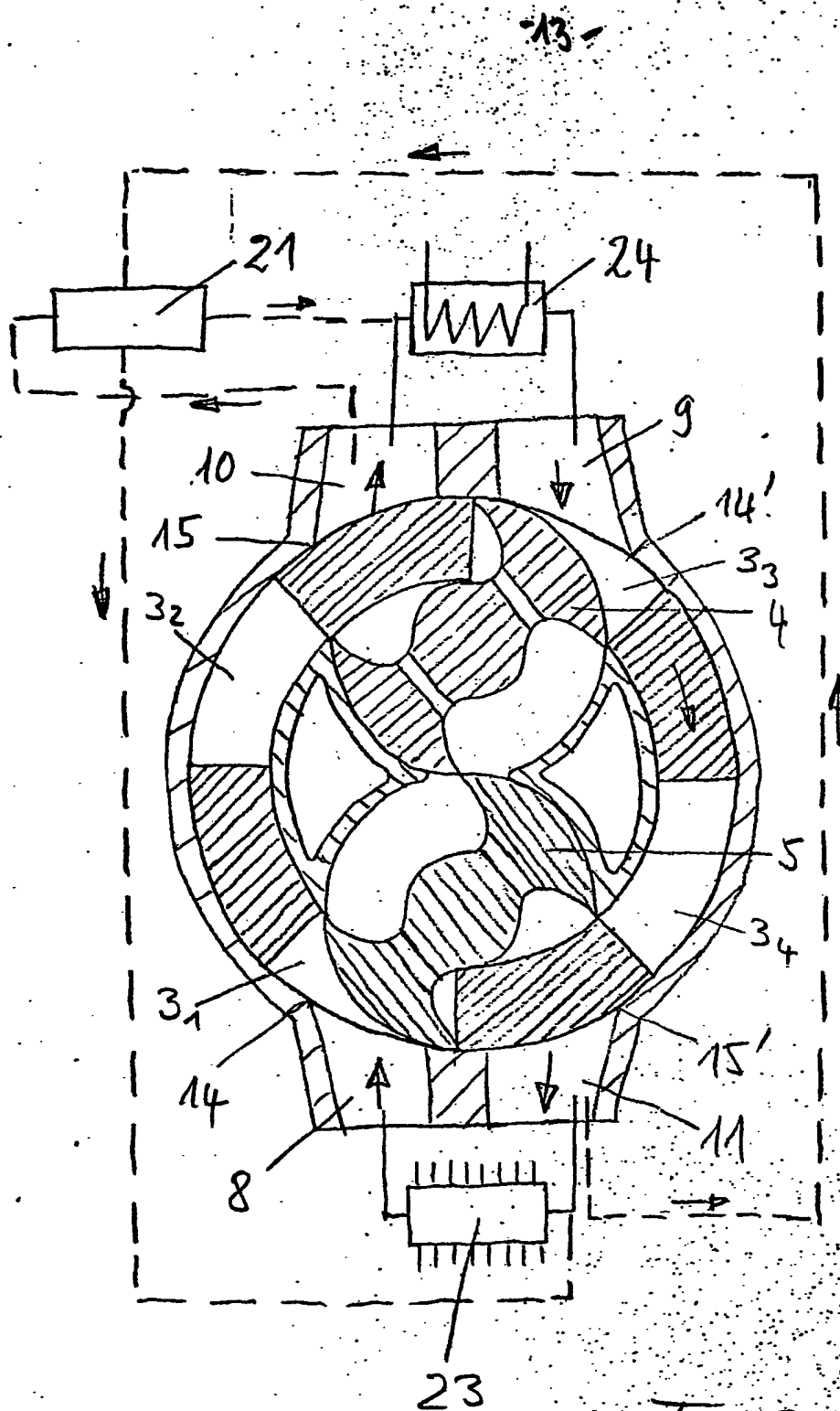
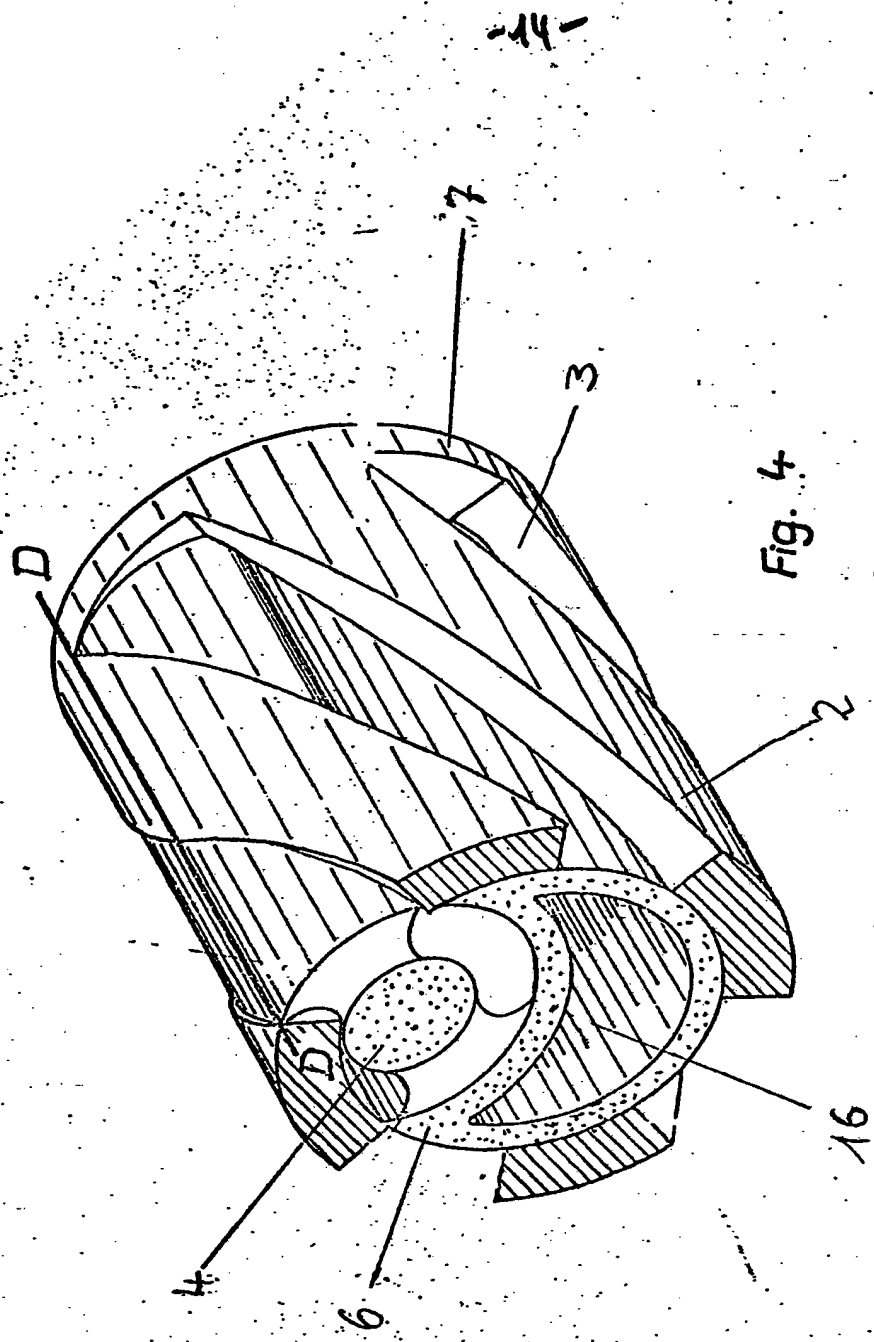


Fig. 3

51493





DERWENT-ACC-NO: 1977-E8914Y

DERWENT-WEEK: 197724

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Rotary piston unit with tubular rotors - has  
circumferentially spaced recesses which mesh with  
rotor  
teeth

PATENT-ASSIGNEE: COMPROTEK SA[COMPAN]

PRIORITY-DATA: 1975DE-2553421 (November 27, 1975)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES
MAIN-IPC			
DE 2553421 A	June 8, 1977	N/A	000
N/A			

INT-CL (IPC): F01C001/12, F02B053/00

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 2553421A

BASIC-ABSTRACT:

The rotary piston unit is of the type comprising at least two rotors

(2, 4, 5)

arranged in a housing (1) with inlet (8, 9) and outlet ports (10, 11).

The

rotors mesh with one another and, between them, define working chambers (3).

Inside a tubular rotor (2), provided with circumferentially spaced recesses

(3), there are at least two toothed rotors (4, 5) whose teeth mesh with the recesses.

The tooth tip circle of the rotors (4, 5) is tangential to, or intersects, the

outer circumference of the tubular rotor. The inlet (8, 9) and outlet ports

(10, 11) are arranged adjacent to the rotors (4, 5) and heating or cooling

devices (13) are provided between the inlet and outlet of at least one rotor

(4, 5).

TITLE-TERMS: ROTATING PISTON UNIT TUBE ROTOR  
CIRCUMFERENCE SPACE RECESS MESH  
ROTOR TOOTH

DERWENT-CLASS: Q51 Q52

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**